



# 摂取する栄養素の量や種類の差異がエネルギー代謝、および睡眠を含む生体リズムに及ぼす影響

著者	矢島 克彦
発行年	2019
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2018
報告番号	12102甲第8881号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00156944">http://hdl.handle.net/2241/00156944</a>

氏 名	矢島 克彦		
学 位 の 種 類	博士（スポーツ医学）		
学 位 記 番 号	博甲第 8881 号		
学位授与年月	平成 31年 1月 31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審 査 研 究 科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	摂取する栄養素の量や種類の差異がエネルギー代謝、 および睡眠を含む生体リズムに及ぼす影響		
主 査	筑波大学教授	博士（体育科学）	前田 清司
副 査	筑波大学教授	医学博士	徳山 薫平
副 査	筑波大学教授	博士（医学）	佐藤 誠
副 査	筑波大学准教授	博士（学術）	麻見 直美

## 論文の内容の要旨

矢島克彦氏の博士学位論文は、摂取する栄養素の量や種類の差異がエネルギー代謝および生体リズムに及ぼす影響について検討したものである。その要旨は以下の通りである。

### （目的）

著者は、まず健康を支える三本柱である運動、栄養、休養（睡眠）は相互に関連があることを述べている。例えば、「食欲の調節」と「睡眠と覚醒の制御」は調節因子を共有して協働していることを論じ、アスリートの食事を考える上においても睡眠を含む生体リズムの調節に配慮すべきであると論じている。さらに、アスリート特有の食事の特徴について先行研究を概観し、アスリートが炭水化物や脂肪の摂取量を調節して試合に臨むことがあることを述べている。これらはグリコーゲン・ローディングやファット・ローディングと呼ばれる食事摂取方法として定着し、広く実践されている。グリコーゲン・ローディングやファット・ローディングは、主に貯蔵グリコーゲンの増大や運動時にグリコーゲンの消費を節約するための体質改善を目指したものであるが、主要なエネルギー源となる栄養素の違いは自律神経機能や内分泌機能に広範な影響を与えることを指摘し、これらの摂取栄養素の違いが睡眠時を含めた24時間のエネルギー代謝や睡眠を含む生体リズムへの影響を検討することの必要性を論じている。これらの背景より本研究では、摂取する栄養素の量や種類の差異がエネルギー代謝、および睡眠を含む生体リズムに及ぼす影響を検討することを目的としている。

### （方法）

本研究の主な測定項目は以下の通りである。エネルギー代謝は高時間分解能のヒューマン・カロリメータを用いた間接熱量測定により検討し、生体リズムについては深部体温の日内変動と睡眠脳波測定から検討している。また、脂肪酸組成の異なる食事として、異なる油脂（パーム油とレイプシード油）を

用いたマフィンを作成して、試験食として用いることを考案し、被験者に対して実験条件をブラインド化して実験を行っている。

#### (結果および考察)

本研究の結果として、脂肪の摂取比率を増やすと脂肪の酸化が増大するが、エネルギー消費には影響が認められないことを見出している。高脂肪食同士の比較では、不飽和脂肪酸が豊富な食事は飽和脂肪酸が豊富な食事に比べて脂肪の酸化を増大させるが、総エネルギー消費には影響が認められないと記述している。食事の脂肪酸組成を実験的に変えると、体内で酸化される脂肪酸の種類もそれを反映して変化すると想定されるが、間接熱量測定単独では体内で酸化された脂肪酸の種類について知ることができないという方法論上の限界がある。本学位論文では、化学量論における理論的な考察から、不飽和脂肪酸の摂取を増やすと間接熱量測定から推定される脂肪酸化量が過小評価されることを示し、「不飽和脂肪酸が豊富な食事は飽和脂肪酸が豊富な食事に比べて脂肪の酸化を増大させる」ことが確かな現象であることを論じている。また、摂取する脂肪を増やすと睡眠初期の深睡眠が増大することを睡眠脳波の解析から明らかにし、さらにこれは不飽和脂肪酸が豊富な食事により増強されることを示している。興味深いことに、深部体温の位相は不飽和脂肪酸が豊富な食事を摂取することで前進することを見出している。著者は、この現象と睡眠初期の深睡眠の増大との関連を考察している。

近年、動物実験においては、高脂肪食摂取によりマウスの概日行動周期が延長することや、末梢組織の時計遺伝子発現の日内変動の振幅が減弱することが示され始めているが、本研究は食事条件の違いが睡眠や深部体温などの生体リズムに影響することをヒトで示した研究として位置付けられる。本研究は脂肪摂取量や食事の脂肪酸組成の違いが睡眠時エネルギー代謝や生体リズムにも影響を及ぼすことを明らかにし、このような観点からもアスリートのコンディショニング調整を考える余地があることを論じている。

### 審査の結果の要旨

#### (批評)

本学位論文では、脂肪酸組成の異なる食事が生体リズムに及ぼす影響を検討するにあたり、被験者に対して実験条件をブラインド化したプロトコルを考案して研究を進めている。また、間接熱量測定の限界についても新しい視点から言及し、本研究結果の妥当性を慎重に考察している。これらの研究方法論上の工夫を基に、食事の違いが睡眠脳波や深部体温の日内変動に及ぼす影響について研究を展開し、新たな知見を得たものと評価できる。

平成 30 年 11 月 12 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（スポーツ医学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。